

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-89140

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月7日

(51) Int.Cl.⁶
F 0 2 D 45/00
9/02
41/14
識別記号
3 6 4
3 2 0

F I
F 0 2 D 45/00
9/02
41/14
3 6 4 G
R
3 2 0 C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-247952
(22) 出願日 平成8年(1996) 9月19日

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72) 発明者 不破 直秀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 細谷 伊知郎
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 田中 比呂志
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

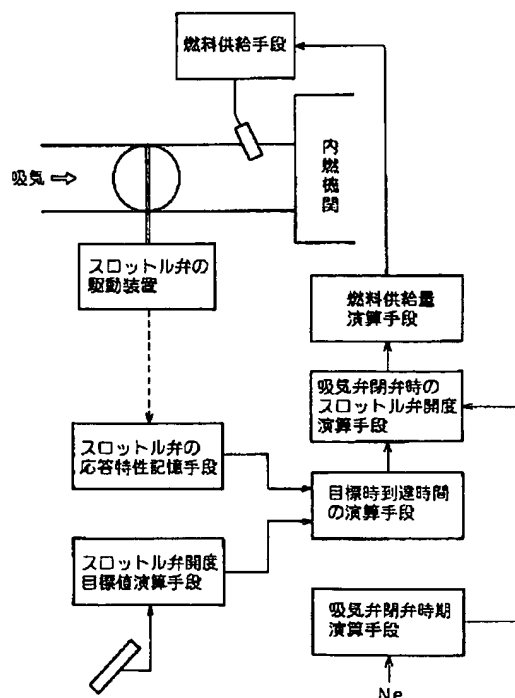
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 電子制御スロットル弁装置を備えた空気量先行燃料供給量追従制御方式の内燃機関の制御装置において、常に正確な空燃比が得られるようにする。

【解決手段】 内燃機関の制御装置を、スロットル弁の応答特性を記憶し、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算し、機関の運転状態に応じて燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算し、スロットル弁開度の目標値とスロットル弁の応答特性の記憶値とからスロットル弁開度がこの目標値に到達するのに必要な時間を演算し、演算したスロットル弁の目標値到達時間と燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度を演算し、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから目標空燃比となる燃料供給量を演算し、演算した燃料供給量の燃料を供給するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度と燃料供給量を制御するようにした空気量先行燃料追従制御方式の内燃機関の制御装置であって、入力された信号に応じてスロットル弁を開閉駆動するスロットル弁の駆動装置と、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算するスロットル弁開度目標値演算手段と、所定の開度目標値に対応して、前記スロットル弁がこの開度目標値に到達制御されるまでの応答特性を記憶したスロットル弁の応答特性記憶手段と、内燃機関の運転状態に応じて、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算する吸気弁閉弁時期演算手段と、前記スロットル弁開度目標値演算手段からのスロットル弁開度の目標値と、前記スロットル弁の応答特性記憶手段の記憶値とから、スロットル弁開度がこの目標値に到達するのに必要な時間を演算する目標値到達時間の演算手段と、演算されたスロットル弁の目標値到達時間と前記燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度を演算する吸気弁閉弁時のスロットル弁開度演算手段と、前記吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから、目標空燃比となる燃料供給量を演算する燃料供給量演算手段と、演算された燃料供給量の燃料を供給する燃料供給手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】 アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度と燃料供給量を制御するようにした空気量先行燃料追従制御方式の内燃機関の制御装置であって、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算するスロットル弁開度目標値演算手段と、演算されたスロットル弁開度目標値を所定時間の間記憶するスロットル弁開度目標値記憶手段と、記憶されたスロットル弁開度目標値を前記所定時間の経過後にスロットル弁開度制御値として出力するスロットル弁開度制御値出力手段と、このスロットル弁開度制御値に従ってスロットル弁を開閉駆動するスロットル弁駆動手段と、機関の運転状態に応じて燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算する吸気弁閉弁時期演算手段と、前記記憶されたスロットル弁開度目標値と、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度を演算する吸気弁閉弁時のスロットル弁開度演算手段と、前記吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから、目標空燃比となる燃料供給量を演算する燃料供給量演算手段と、演算された燃料供給量の燃料を供給する燃料供給手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項3】 請求項2に記載の内燃機関の制御装置であって、前記スロットル弁開度制御値出力手段から出力されたスロットル弁開度制御値に対して、スロットル弁のこの制御値に対する機械的な追従遅れを補償するために、前記制御値に対して位相進み補償を行って、前記スロットル弁を駆動するスロットル弁開度制御値の位相進み補償手段を更に設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項4】 請求項1又は2に記載の内燃機関の制御装置であって、前記吸気弁閉弁時のスロットル弁開度演算手段に入力されるスロットル弁開度目標値に対して微分逆補償を行う、スロットル弁開度目標値の微分逆補償手段を更に設けたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項5】 請求項2に記載の内燃機関の制御装置であって、更に前記所定時間の格納手段を備え、この所定時間の格納時間には、燃料噴射量を演算する時点から次の燃料噴射気筒の吸気弁が閉弁する時刻迄の時間よりも長くなるような所定時間を、少なくとも内燃機関の回転数に応じて予め計算して記憶させておき、前記スロットル弁開度制御値出力手段は機関の回転数に応じた所定時間後に、記憶されたスロットル弁開度目標値をスロットル弁開度制御値として出力することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の制御装置に関し、特に、電子制御スロットル弁を備えた内燃機関において吸入空気量を先行させ、燃料供給量をこれに追従させて空燃比を制御する方式の内燃機関の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子制御燃料噴射制御方式の内燃機関においては、吸入空気量を計測し、それに合う燃料噴射量を演算して空燃比を調節している。この空燃比の調節方法は、吸入空気量はアクセルペダルの踏込み量に応じて決まるという考え方に基づいている。このため、機関の加速時や減速時等のように吸入空気量の変化が大きき時には、機関を制御するコンピュータにおける吸入空気量の計測誤差が生じるという問題があった。

【0003】そこで、アクセルペダルの踏込み量に応じてスロットル弁を電氣的なアクチュエータを用いて制御する電子制御スロットル弁を使用し、噴射燃料量を先に決定し、後から吸入空気量を追従させる燃料供給量先行、空気量追従制御方式のエンジン制御装置がある（特公平7-33781号公報参照）。特公平7-33781号公報に記載のエンジン制御装置には、アクセルペダルの操作位置に応じて燃料供給量とスロットル弁開度を

調節するようにした燃料供給量先行、空気量追従制御方式のエンジンにおいて、燃料供給量の制御に対して、アクセルペダルの操作位置とエンジンの回転速度に応じて、燃料が実際にシリンダに吸入されるまでの時間を所定遅れ時間として、スロットル弁の開度制御にこの所定時間の遅れ時間を設定する技術が開示されている。

【0004】この遅れ時間の設定により、噴射された燃料が実際にシリンダ内に吸入されるまでの時間が考慮され、シリンダ内における燃料量と吸入空気量とが精密に制御されることになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特公平7-33781号公報に記載のエンジン制御装置においては、実際には、頻繁にエンジンの運転条件が変化するため、前述のように演算された遅れ時間はエンジン回転数、燃料噴射量の変化によって変動する時間であり、特に急激なアクセルペダルの操作時には変動量が過大であるため、スロットル弁が応答しきれない場合が発生し、毎回のスロットル弁開度制御に当てはめてスロットル弁開度を目標値に制御することが困難であり、正確な空燃比を常に得ることができないという問題点があった。

【0006】そこで、本発明は、吸入空気量を先に決定し、燃料供給量をこれに追従させて空燃比を制御する空気量先行、燃料供給量追従制御方式を採用し、電子制御スロットル弁装置に本質的に内在するスロットル弁開度の目標値に対する実際の制御値の遅れ、或いはスロットル弁開度の目標値に対して積極的に設定した制御の遅れを利用し、この遅れに対して燃料供給時期を対応させることにより、常に正確な空燃比を得ることができる内燃機関の制御装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明の第1の発明の構成が図1に示される。第1の発明に記載の内燃機関の制御装置は、アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度と燃料供給量を制御するようにした空気量先行燃料追従制御方式の内燃機関の制御装置であって、入力された信号に応じてスロットル弁を開閉駆動するスロットル弁の駆動装置と、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算するスロットル弁開度目標値演算手段と、所定の開度目標値に対応してスロットル弁がこの開度目標値に到達制御されるまでの応答特性を記憶したスロットル弁の応答特性記憶手段と、内燃機関の運転状態に応じて、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算する吸気弁閉弁時期演算手段と、スロットル弁開度目標値演算手段からのスロットル弁開度の目標値と、スロットル弁の応答特性記憶手段の記憶値とから、スロットル弁開度がこの目標値に到達するのに必要な時間を演算する目標値到達時間の演算手段と、演算されたスロットル弁の目標値到達時間と燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから、吸気弁閉弁時期に

おけるスロットル弁開度を演算する吸気弁閉弁時のスロットル弁開度演算手段と、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから、目標空燃比となる燃料供給量を演算する燃料供給量演算手段と、演算された燃料供給量の燃料を供給する燃料供給手段とから構成されることを特徴としている。

【0008】また、前記目的を達成する本発明の第2の発明の構成が図2に示される。第2の発明に記載の内燃機関の制御装置は、アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度と燃料供給量を制御するようにした空気量先行燃料追従制御方式の内燃機関の制御装置であって、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算するスロットル弁開度目標値演算手段と、演算されたスロットル弁開度目標値を所定時間の間記憶するスロットル弁開度目標値記憶手段と、記憶されたスロットル弁開度目標値を所定時間の経過後にスロットル弁開度制御値として出力するスロットル弁開度制御値出力手段と、このスロットル弁開度制御値に従ってスロットル弁を開閉駆動するスロットル弁駆動手段と、機関の運転状態に応じた燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算する吸気弁閉弁時期演算手段と、記憶されたスロットル弁開度目標値と、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度を演算する吸気弁閉弁時のスロットル弁開度演算手段と、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから、目標空燃比となる燃料供給量を演算する燃料供給量演算手段と、演算された燃料供給量の燃料を供給する燃料供給手段とから構成されることを特徴としている。

【0009】また、第2の発明の内燃機関の制御装置において、スロットル弁開度制御値出力手段から出力されたスロットル弁開度制御値に対して、スロットル弁のこの制御値に対する機械的な追従遅れを補償するために、制御値に対して位相進み補償を行って、スロットル弁を駆動するスロットル弁開度制御値の位相進み補償手段を更に設けても良い。

【0010】更に、第1、又は第2の発明の内燃機関の制御装置において、燃料供給量演算手段に入力されるスロットル弁開度に対して、微分逆補償を行うスロットル弁開度目標値の微分逆補償手段を更に設けても良い。本発明の第1の発明の内燃機関の制御装置によれば、所定の開度目標値が設定された入力信号でスロットル弁がこの開度目標値に到達制御されるまでの応答特性が記憶され、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値が演算され、内燃機関の運転状態に応じて燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期が演算され、スロットル弁開度の目標値とスロットル弁の応答特性の記憶値とからスロットル弁開度がこの目標値に到達するのに必要な時間が演算され、演算されたスロットル弁の目標値到達時間と吸気弁閉弁時期とから吸気弁閉弁時期におけるス

ロットル弁開度が演算され、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから目標空燃比となる燃料供給量が演算され、演算された燃料供給量の燃料が供給される。

【0011】本発明の第2の発明の内燃機関の制御装置によれば、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値が演算され、演算されたスロットル弁開度目標値が所定時間の間記憶され、記憶されたスロットル弁開度目標値が所定時間の経過後にスロットル弁開度制御値として出力され、機関の運転状態に応じた吸気弁閉弁時期が演算され、記憶されたスロットル弁開度目標値と燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度が演算され、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度に応じた吸入空気量と目標空燃比とから目標空燃比となる燃料供給量が演算され、演算された燃料供給量の燃料が供給される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下添付図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。図3には本発明の一実施例の制御装置を備えた電子制御燃料噴射式の多気筒内燃機関1が概略的に示されている。図3において、内燃機関1の吸気通路2には図示しないエアクリーナの下流側にスロットル弁3が設けられており、このスロットル弁3の軸の一端にはこのスロットル弁3を駆動するアクチュエータ4が設けられており、他端にはスロットル弁3の開度を検出するスロットル開度センサ5が設けられている。即ち、この実施例のスロットル弁3はアクチュエータ4によって開閉駆動される電子制御スロットルである。

【0013】スロットル弁3の下流側の吸気通路2にはサージタンク6があり、このサージタンク6内には吸気の圧力を検出する圧力センサ7が設けられている。更に、サージタンク6の下流側には、各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁8が設けられている。スロットル開度センサ5の出力と圧力センサ7の出力は、マイクロコンピュータを内蔵したECU（エンジン・コントロール・ユニット）10に入力される。

【0014】また、内燃機関1のシリンダブロックの冷却水通路9には、冷却水の温度を検出するための水温センサ11が設けられている。水温センサ11は冷却水の温度に応じたアナログ電圧の電気信号を発生する。排気通路12には、排気ガス中の3つの有害成分HC、CO、NO_xを同時に浄化する三元触媒コンバータ（図示せず）が設けられており、この触媒コンバータの上流側の排気通路12には、空燃比センサの一種であるO₂センサ13が設けられている。O₂センサ13は排気ガス中の酸素成分濃度に応じて電気信号を発生する。これら水温センサ11及びO₂センサ13の出力はECU10に入力される。

【0015】更に、このECU10には、アクセルペダ

ル14に取り付けられたアクセル踏込量センサ15からのアクセル踏込量信号や、図示しないディストリビュータに取付けられたクランク角センサからの機関回転数Neが入力される。以上のような構成において、図示しないキースイッチがオンされると、ECU10が通電されてプログラムが起動し、各センサからの出力を取り込み、スロットル弁3を開閉するアクチュエータ4や燃料噴射弁8、或いはその他のアクチュエータを制御する。ECU10には、各種センサからのアナログ信号をディジタル信号に変換するA/D変換器が含まれ、各種センサからの入力ディジタル信号や各アクチュエータを駆動する信号が出入りする入出力インタフェース101、演算処理を行うCPU102、ROM103やRAM104等のメモリや、クロック105等が設けられており、これらはバス106で相互に接続されている。ECU10の構成については公知であるので、これ以上の説明を省略する。

【0016】以上のように構成された内燃機関の制御装置において、本発明の第1の発明では、アクセルペダルの踏込量に応じた燃料噴射気筒の吸気弁の開弁時期におけるスロットル弁3の開度を予測し、この予測開度に応じて燃料噴射を行って空燃比を機関の運転状態に合わせる制御を行っている。このように、アクセルペダルの踏込量に応じた燃料噴射気筒の吸気弁の開弁時期におけるスロットル弁3の開度を予測するのは、アクセルペダルの踏込量に対するスロットル弁3の開度には機械的な遅れがあるからである。そして電子制御スロットルは、アクセル開度（アクセルペダルの踏込量）をECU10においてA/D変換し、運転者の意図を読み取り、各種の制御によってアクチュエータ（モータ）4に目標開度を与えてスロットル弁3を開閉駆動している。このように電子制御スロットルでは予め目標開度が定まっているのであるから、そこからモータの駆動制御、駆動方式に応じてモータの応答予測を行うこと、即ち、モータの逆モデルによって吸気弁閉弁時刻のスロットル開度を予測することは可能である。

【0017】モータがステップモータの場合は、これから先のステップ変化時間が分かり、位置（スロットル弁の開度）はECU10でカウントしているため、全てのステップにおいて、時刻は既知であるため、吸気弁閉弁時刻に最も近いステップ位置を読み取れば良い。一方、モータが直流モータの場合は、制御方法にもよるが、通常制御時はスロットル速度から吸気弁閉弁時刻でのスロットル開度が求められる。減速運転領域になる場合は（目標位置との偏差が一定値以上であれば）減速のルックアップテーブルを用いてスロットル開度を求めることができる。

【0018】例えば、簡単な逆モデルとしては、吸気弁閉弁時刻までの時間を演算して求め、次に、スロットル弁3の目標開度と現在の開度によりスロットル弁3が目

標開度に到達する時間を求める。そして、この到達時間と吸気弁閉弁時刻までの時間を比較し、スロットル弁3の目標開度への到達時刻が吸気弁閉弁時刻の前であれば、吸気弁閉弁時刻のスロットル弁3の開度は目標開度となる。一方、スロットル弁3の目標到達時刻が吸気弁閉弁時刻より後であれば、吸気弁閉弁時刻のスロットル弁3の開度は、スロットル弁3が目標開度に到達する時間と吸気弁が閉弁するまでの時間との比例配分でスロットル弁3の開度特性から求めることができる。このようにして、吸気弁閉弁時刻のスロットル弁3の開度を予測すれば、スロットル弁の動きによって燃料量を増加する制御である公知のスロットル開度非同期噴射制御や、スロットル開度によるフィードフォワード制御を用いることにより、シリンダ内の空燃比の悪化が避けられ、エミッション効果が得られることになる。

【0019】以上のような空燃比の制御手順の一例を、図4に示すフローチャートにより説明する。この制御ルーチンは所定クランク角毎に実行される。ステップ401ではまず、内燃機関1の運転状態の検出を行う。この運転状態の検出は、機関回転数 N_e 、吸気圧力 P 、アクセルペダルの踏込み量（操作位置）等の運転状態パラメータを各種センサからECU10に取り込むことによって行うことができる。続くステップ402では、アクセルペダルの現在の操作位置を読み込み、次のステップ403においてこのアクセルペダルの操作位置からスロットル弁開度の目標値を演算する。

【0020】一方、ステップ404ではステップ401で検出した機関の運転状態から、次の噴射気筒の吸気弁閉弁時刻 T を演算する。また、ステップ405では予めECU10のメモリ（ROM103）に記憶されているアクセルペダルの操作位置に対するスロットル弁の応答特性を読み込み、次のステップ406で現在のスロットル弁3の開度を読み込んで、続くステップ406においてスロットル弁3の開度がアクセルペダルの操作位置に対応する目標値に到達する迄に必要な時間 t を演算する。

【0021】このようにして、スロットル弁開度が目標値に到達するまでの時間 t を演算した後は、ステップ408において、スロットル弁開度が目標値に到達する時刻が吸気弁の閉弁時刻 T より前か後かを判定する。スロットル弁開度が目標値に到達する時刻は、現在の時刻 t_o にスロットル弁3の開度がアクセルペダルの操作位置に対応する目標値に到達する迄に必要な時間 t を加算することによって求めることができる。従って、ステップ408では $(t_o + t) \leq T$ を判定する。

【0022】ステップ408で $(t_o + t) \leq T$ の場合は、スロットル弁3の目標到達時刻が吸気弁閉弁時刻 T の前であるので、ステップ409に進み、吸気弁閉弁時刻 T のスロットル弁3の開度をスロットル弁開度の目標開度とする。一方、 $(t_o + t) > T$ の場合は、スロ

トル弁3の目標到達時刻が吸気弁閉弁時刻 T よりも後であるので、ステップ410に進む。ステップ410では、吸気弁閉弁時刻 T のスロットル弁3の開度を、スロットル弁3が目標開度に到達する時間 t と吸気弁が閉弁するまでの時間 $(T - t_o)$ との比例配分でスロットル弁3の開度特性から求める。

【0023】このようにして、吸気弁閉弁時刻 T におけるスロットル弁3の開度を演算した後は、ステップ411において、機関の運転状態からこの開度に応じた目標空燃比となる燃料供給量を求める。そして、演算された燃料供給量の燃料をステップ412において燃料噴射弁8から噴射してこのルーチンを終了する。この制御により、シリンダ内の空燃比の悪化が避けられ、エミッション効果が得られることになる。

【0024】次に、図3のように構成された内燃機関の制御装置における本発明の第2の発明の制御について説明する。第2の発明では、運転者による現在のアクセルペダルの操作量に対して、電子制御スロットルにおけるスロットル弁のこのアクセルペダルの操作量に対する開度を所定時間だけ記憶してその出力を保留し、所定時間後に電子制御スロットルのアクチュエータに出力するようにする。従って、現在のアクセルペダルの操作量は、極僅かな所定時間だけ意図的に遅延させられて電子制御スロットルのアクチュエータに伝えられ、スロットル弁はこの所定時間だけ遅れてアクセルペダルの操作量に追従する。

【0025】第2の発明では、この出力の保留中に次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻を演算する。吸気弁の閉弁時刻は現在の時間より所定時間が経過する前である。そこで、演算した吸気弁の閉弁時刻におけるスロットル弁のアクセル操作量に対する開度を、記憶したスロットル弁の開度値の中から読み出し、このスロットル弁開度に応じた燃料噴射量を演算する。そして、演算したこの燃料噴射量を、吸気弁の閉弁時刻よりも前の所定のタイミングにおいて、つまり所定のクランク角位置であることを検出して、噴射している。

【0026】即ち、空気量先行、燃料追従方式の空燃比の制御方式では、スロットル弁3のアクセルペダルの操作量に対する追従を意図的に遅らせた分だけ、これからスロットル弁3がどのように動くかを把握でき、それに合わせて吸入空気量がどのように推移するかを計算で求めることができる。この結果、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時期におけるスロットル弁3の開度から吸入空気量が分かるので、この吸入空気量に合わせた燃料を、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻を演算した時点で算出することができ、この算出した燃料を吸気弁の閉弁時刻よりも前の所定のタイミング、つまり所定のクランク角位置であることを検出して噴射できるのである。なお、この場合、意図的な遅延時間は、現在から次の燃料噴射気筒の吸気弁が閉弁する時刻迄の時間よりも長く設

定してある。

【0027】この意図的な遅延時間は、内燃機関1の回転数 N_e に応じて、燃料噴射量を演算する時点から次の燃料噴射気筒の吸気弁が開弁する時刻迄の時間よりも長くなるような値を予め計算しておき、マップの形でECU10のメモリ内に格納しておいて、機関の回転数 N_e に応じて読み出せば良い。以下に、この第2の発明の制御手順の一例を図5(a)、(b)に示すフローチャートを用いて説明する。図5(a)の燃料噴射演算ルーチンは所定クランク角毎に実行され、図5(b)の噴射制御ルーチンは所定時間毎に実行される。なお、説明を簡単にするために、図5における制御手順においては、スロットル弁開度の制御値に対して、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4の応答性が良く、スロットル弁開度の制御値に対するスロットル弁3の応答遅れは考えないものとする。

【0028】図5(a)のステップ501ではまず、内燃機関1の運転状態の検出を行う。この運転状態の検出は、機関回転数 N_e 、吸気圧力 P 、アクセルペダルの踏み込み量(操作位置)等の運転状態パラメータを各種センサからECU10に取り込むことによって行うことができる。続くステップ502では、アクセルペダルの操作位置を読み込み、次のステップ503においてこのアクセルペダルの操作位置に対応するスロットル弁開度の目標値を演算する。そして、ステップ504ではステップ503で演算したスロットル弁開度の目標値をECU10のRAM104に記憶し、ステップ505ではステップ501で検出した機関の運転状態から、次の燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時刻 T を演算する。

【0029】続くステップ506では、ステップ503で記憶したスロットル弁開度の目標値と吸気弁閉弁時刻 T とから、燃料噴射気筒の吸気弁の開弁時におけるスロットル弁3の開度を演算する。即ち、吸気弁閉弁時刻 T から所定遅延時間 D だけ前の時刻を演算して求め、この時刻におけるスロットル弁開度の目標値を、吸気弁閉弁時刻 T におけるスロットル弁開度とする。このようにして、吸気弁閉弁時刻 T におけるスロットル弁3の開度を演算した後は、ステップ507において、スロットル弁開度に応じた燃料噴射量を演算する。この燃料噴射量は、説明は省略するが、機関の運転状態に応じて他のルーチンで演算によって求められる目標空燃比になるように、スロットル弁開度から求められる吸入空気量に基づいて演算することができる。

【0030】続くステップ508では演算した吸気弁の開弁時刻 T とこれに対応する燃料噴射量をECU10内のRAM104に記憶してこのルーチンを終了する。一方、図5(b)に示す噴射制御ルーチンでは、ステップ551において所定時間毎に吸気弁の開弁時刻よりも前の所定タイミングを表す所定クランク角位置か否かが判定される。そして、所定クランク角位置である時にはステ

ップ552に進み、この所定クランク角位置に対応する燃料噴射量をECU10のRAM104から読み出し、この燃料噴射量を噴射弁8から噴射してステップ553に進む。一方、ステップ551で所定クランク角位置ではない時にはそのままステップ553に進む。

【0031】ステップ553では、現在の時刻から所定時間 D だけ前にECU10のRAM104に記憶したスロットル弁開度の目標値を読み出し、これをスロットル弁開度の制御値としてアクチュエータ4に出力する。アクチュエータ4はこのスロットル弁開度の制御値に基づいてスロットル弁3を開閉駆動する。図6は、図5の制御手順におけるアクセル開度の目標値、スロットル開度、及び吸気弁の開弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

【0032】ここでは、機関の第1気筒#1の燃料噴射量を算出する時点を現在の時刻 t_o とし、スロットル弁開度の目標値を遅延する時間を D 、機関の第1気筒#1の吸気弁の開弁時刻を T とする。現在の時刻 t_o では、内燃機関1の機関回転数 N_e 、吸気圧力 P 、アクセルペダルの踏み込み量(操作位置)等の運転状態パラメータは各種センサからECU10に取り込まれており、現在のアクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁の目標開度(目標値)を演算すると共に、機関の運転状態から第1気筒#1の吸気行程の終了時点、即ち、吸気弁の開弁時刻 T を演算する。演算したスロットル弁の目標開度はECU10のRAM104に記憶しておく。

【0033】更に、現在の時刻 t_o では、機関回転数 N_e に応じて第1気筒#1の開弁時刻 T を演算する。この開弁時刻 T を求めた後は、時刻 T から所定遅延時間 D だけ前の時刻 t_n を演算し、この時刻 t_n におけるスロットル弁の目標開度を演算する。時刻 t_n におけるスロットル弁の目標開度が時刻 T におけるスロットル弁の目標開度である。そして、吸気弁の開弁時刻 T におけるスロットル弁の目標開度が分かると、それに応じた空気量から燃料噴射量を演算することができる。時刻 t_1 における第2気筒#2についても、第1気筒#1と同様の方法で、第2気筒#2の吸気弁の開弁時刻 T_1 における燃料噴射量を演算することができる。

【0034】次に、スロットル弁開度の制御値に対して、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4の応答性が悪い場合の制御について説明する。アクチュエータ4の応答性が悪い場合には、図8に示すように、アクセルペダルの踏み込み量(アクセル開度目標値)が直線的に変化しても、スロットル弁の目標開度がこれに遅れて追従するような場合である。この場合には、所定時間 D だけ遅延させたスロットル弁開度は、アクチュエータ4の応答性が良い場合に比べて小さくなる。よって、この場合には、燃料噴射気筒(第1気筒)#1の吸気弁閉弁時におけるスロットル弁の開度を小さめに推定する必要がある。一方、時刻 T におけるアクチュエータ4の駆動は、

アクセルペダルの踏込量に対して遅れない目標値によって行わねばならない。

【0035】この場合の制御手順を図7に示すフローチャートを用いて説明する。なお、図7における制御手順において、図5で説明した制御手順と同じ手順を示すものには、同じ符号を付してその説明を簡略化する。ステップ501では内燃機関1の運転状態の検出を行い、ステップ502ではアクセルペダルの操作位置を読み込み、ステップ503ではこのアクセルペダルの操作位置に対応するスロットル弁開度の目標値を演算し、ステップ504ではステップ503で演算したスロットル弁開度の目標値をECU10のRAM104に記憶する。これまでの手順は図5のフローチャートと全く同じである。

【0036】続くステップ701では、ステップ503で演算したスロットル弁開度の目標値に基づいて、アクチュエータの応答特性からスロットル弁開度の推定値（推定開度）を演算して求める。そして、ステップ702においては演算したスロットル弁開度の推定開度をECU10のRAM104に記憶する。ステップ505ではステップ501で検出した機関の運転状態から、次の燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時刻Tを演算する。

【0037】続くステップ703では、ステップ702で記憶したスロットル弁開度の推定開度と吸気弁閉弁時刻Tとから、燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時におけるスロットル弁3の開度を演算する。即ち、吸気弁閉弁時刻Tから所定遅延時間Dだけ前の時刻を演算して求め、この時刻におけるスロットル弁開度の推定値を、吸気弁閉弁時刻Tにおけるスロットル弁開度とする。このようにして、吸気弁閉弁時刻Tにおけるスロットル弁3の開度を演算した後は、ステップ507において、スロットル弁開度に応じた燃料噴射量を演算し、ステップ508では演算した吸気弁の閉弁時刻Tとこれに対応する燃料噴射量をECU10内のRAM104に記憶してこのルーチンを終了する。

【0038】スロットル弁開度の制御値に対して、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4の応答性が悪い場合でも噴射制御ルーチンは、図5(b)で説明したものをそのまま使用することができる。更に、スロットル弁開度の制御値に対して、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4の応答性が悪い場合の別の制御を説明する。

【0039】いま、図9(a)に示すように、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4に対して実線Cのような特性のスロットル弁開度の制御値が出力されたとする。そして、スロットル弁開度の制御値Cに対して、スロットル弁3を駆動するアクチュエータ4の応答性が悪い場合は、スロットル弁3の開度は図に実線Pで示すように遅れ、スロットル弁開度の制御値Cに対してズレが生じてしまう。

【0040】そこで、図9(b)に実線Eで示すように、スロットル弁開度の制御値の大きさを増大した補償を行っている。従って、この大きなスロットル弁開度の制御補償値に対して、アクチュエータ4の応答性が悪くても、遅れた結果が正規のスロットル弁開度の制御値Cになり、結果的に遅れないのと同じになる。図10(a)はスロットル弁開度の制御値を補償しない場合のPID制御の制御手順の機能線図を示すものであり、図9(a)のようなスロットル弁開度の制御値Cが得られる場合である。ここでは、アクセルセンサ値からスロットル開度の目標値が求められ、この目標値に対してPID制御が実施例された後に、目標値が電圧デューティ比に変換されてアクチュエータであるスロットルモータに出力されている。スロットルモータの駆動はスロットルセンサによって検出され、スロットルセンサ値としてPID制御部にフィードバックされる。

【0041】図10(b)はスロットル弁開度の制御値を補償する場合のPID制御の制御手順の機能線図を示すものであり、図9(b)の特性図に対応する。この構成ではPID制御部の前段に位相進み補償部が設けられている。図11は、燃料供給量の演算に用いるスロットル弁開度の目標値を補償する場合のPID制御の制御手順の機能線図を示すものである。この構成では、スロットル目標値に位相進み逆補償部を設けており、補償後のスロットルセンサ推定値を用いて燃料供給量を演算するようにしている。

【0042】なお、以上説明した実施例では、特定の時期の値のみで制御を行う技術に基づいた構成について説明したが、スロットル弁の変化に対する吸入空気量の変化には応答遅れが存在するために、より厳密な吸入空気量を演算するには、吸気弁の閉弁時期におけるスロットル弁開度のみではなく、吸気弁の閉弁時期までにおけるスロットル弁開度の推移をも考慮することが好ましいため、スロットル弁開度目標値の推移を把握するようにし、吸気弁閉弁時期までにおけるスロットル弁の開度推移を演算し、この推移に応じた吸入空気量を演算し、この空気量に従って燃料供給量を演算するようにしても良い。

【0043】以上説明したように、本発明の第1の発明によれば、スロットル弁が開度目標値に到達する時間と吸気弁の閉弁時期との対比により、吸気弁閉弁時期におけるスロットル弁開度を演算することにより、吸気弁閉弁時における空気量を求めることにより、必要な燃料供給量が把握でき、正確な空燃比制御を得ることができる。

【0044】また、本発明の第2の発明によれば、スロットル弁開度の制御に所定の遅延時間を設定することにより、逆に所定時間の間のスロットル弁開度の挙動を先に把握できることになり、吸気弁閉弁時における空気量を求めることにより、必要な燃料供給量が把握でき、正

確な空燃比制御を得ることができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、スロットル弁が開度目標値に到達する時間と吸気弁の開弁時期との対比により、吸気弁開弁時におけるスロットル弁開度を演算することにより、吸気弁の開弁時における吸気量を求めることができるので、必要な燃料供給量が把握でき、正確な空燃比制御を得ることができる。

【0046】また、請求項2に記載の発明によれば、スロットル弁開度の制御に所定の遅延時間を設定することにより、逆に所定時間の間のスロットル弁開度の挙動を先に把握できることになり、更に吸気弁の開弁時における空気量を求めることにより、必要な燃料供給量が把握でき、正確な空燃比制御を得ることができる。また、請求項3に記載の発明によれば、スロットル弁開度制御値に対して位相進み補償を加えることにより、制御値の変化の大きさが加味されるため、スロットル弁開度の応答遅れが低減され、特に過渡時に一層の空燃比制御精度が得られる。

【0047】更に、請求項4に記載の発明によれば、燃料供給量を演算する側に用いられるスロットル弁開度目標値のみに微分逆補償を加えることにより、スロットル弁開度制御に含まれる微分補償の影響を考慮することなく簡単に吸気弁開弁時におけるスロットル弁開度の演算を行うだけで、燃料とスロットル弁開度とを整合させることができる。

【0048】更にまた、請求項5の発明によれば、アクセル開度の目標値を遅延させる所定時間が期間の回転数に応じて変更されるので、機関の運転状態に合わせた制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の発明の内燃機関の制御装置の構成を示す原理構成図である。

【図2】本発明の第2の発明の内燃機関の制御装置の構成を示す原理構成図である。

【図3】本発明の内燃機関の制御装置の一実施例の全体構成を示す構成図である。

【図4】本発明の第1の発明の内燃機関の制御装置にお

ける制御手順の一例を示すフローチャートである。

【図5】(a)は本発明の第2の発明の内燃機関の制御装置における燃料噴射量の演算手順の一例を示すフローチャート、(b)は噴射制御手順を示すフローチャートである。

【図6】図5の制御手順におけるアクセル開度、スロットル開度、及び吸気弁の開弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

【図7】本発明の第2の発明の内燃機関の制御装置における制御手順の別の例を示すフローチャートである。

【図8】図7の制御手順におけるアクセル開度、スロットル開度、及び吸気弁の開弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

【図9】(a)はスロットル弁開度の目標値と実際のスロットル開度のずれの関係を示す特性図、(b)はスロットル弁開度の目標値を補償した場合のスロットル弁開度の目標値と実際のスロットル開度のずれの関係を示す特性図である。

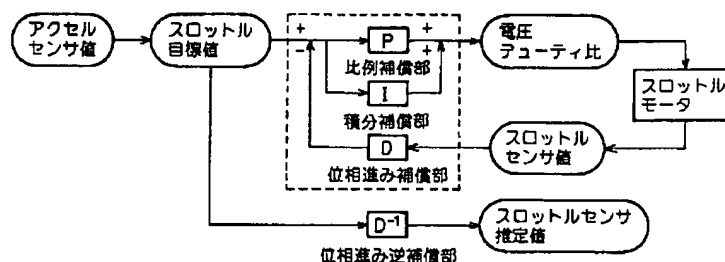
【図10】(a)はスロットル弁開度の制御値を補償しない場合のPID制御の制御手順の機能線図、(b)はスロットル弁開度の制御値を補償する場合のPID制御の制御手順の機能線図である。

【図11】燃料供給量の演算に用いるスロットル目標値を補償する場合のPID制御の制御手順の機能線図である。

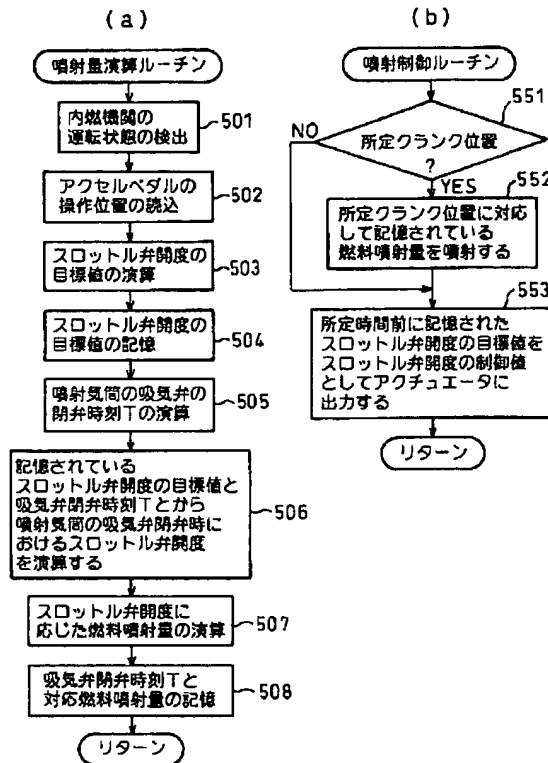
【符号の説明】

- 1…内燃機関
- 2…吸気通路
- 3…スロットル弁
- 4…アクチュエータ
- 5…スロットル開度センサ
- 7…圧力センサ
- 8…燃料噴射弁
- 10…ECU（エンジン・コントロール・ユニット）
- 11…水温センサ
- 12…排気通路
- 13… O_2 センサ
- 14…アクセルペダル
- 15…アクセル踏込量センサ

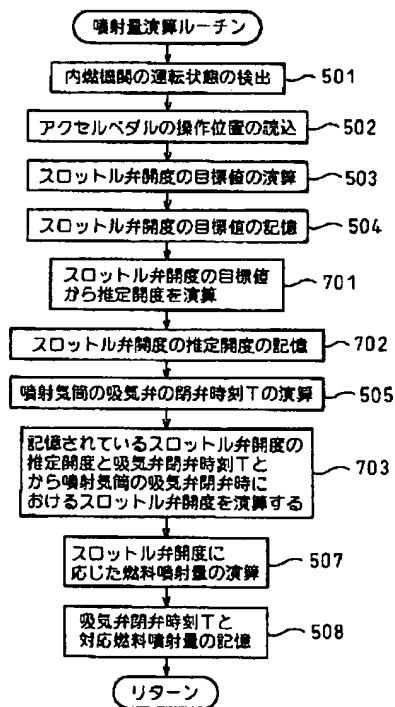
【図11】



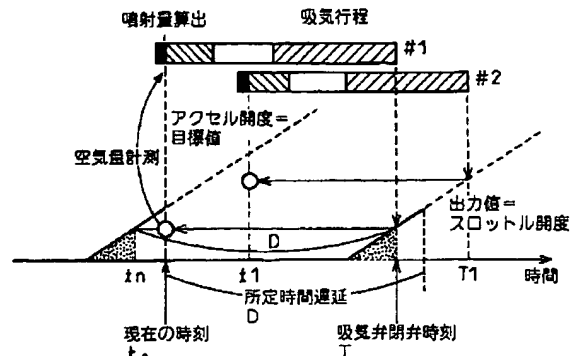
【図5】



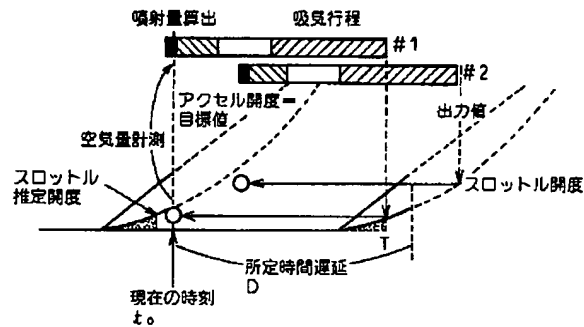
【図7】



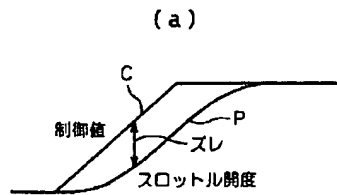
【図6】



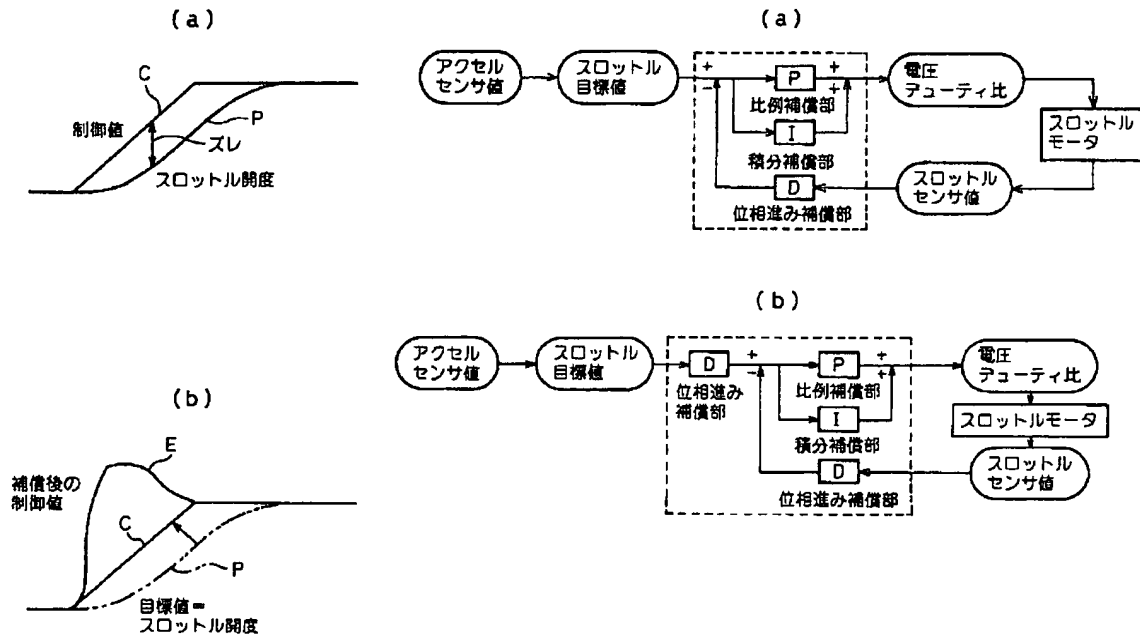
【図8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 前田 岩夫
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 樫 茂男
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 呉竹 健
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内